

Title	平成26年度修士論文テーマ紹介
Author(s)	
Citation	Cue : 京都大学電気関係教室技術情報誌 (2015), 34: 35-55
Issue Date	2015-09
URL	http://dx.doi.org/10.14989/201394
Right	
Type	Departmental Bulletin Paper
Textversion	publisher

平成 26 年度修士論文テーマ紹介

工学研究科 電気工学専攻

石 原 浩 毅 (引原教授) 「コンバータ・インバータシステムの受動性に基づく並列化に関する研究」

本研究では、コンバータ・インバータシステムにおいて受動性に基づいた安定化手法を導出し、単一システムでの安定化手法が並列システムにも適用できることを示した。さらに、並列システムの過渡状態を検討し、定常状態に復帰させる方法を提案した。

長 岡 晃 平 (引原教授) 「GaN HEMT の高速ゲートドライバおよび電源回路への応用」

本研究は SiC MOSFET の高速ゲートドライブ回路について検討したものであり、ゲートドライブ回路 GaN HEMT を用いること及びゲートドライブ回路の回路構成を提案し、その試作器を用いた実験において SiC MOSFET の高速駆動を実現した。

藤 居 直 章 (引原教授) 「電力パケット伝送ネットワークとそのサーボモータ駆動への適用」

給電における効率化および省配線化を背景に、電力パケット伝送システムのネットワーク化とサーボモータ駆動へ適用した。ネットワーク化により電力パケットの複数経路伝送による障害耐性の向上を達成し、ロボットアームへ適用することで省配線化を実現した。

安 原 一 貴 (引原教授) 「特性の異なるリチウムイオン電池を用いた組電池の放電電流挙動に関する研究」

本研究では、特性の異なるリチウムイオン組電池の放電電流挙動について検討する。まず、組電池を抵抗放電した場合の放電電流挙動を実験的並びに数値的に検討した。次に、組電池の切り替え制御時の放電電流挙動を実験的並びに数値的に検討した。

島 本 拓 和 (萩原教授) 「通信遅延を有する結合非負システムの外部入力応答解析と移動体のフォーメーション制御」

結合経路に通信遅延を有する結合非負システムの外部入力応答解析を行い、ステップおよびランプ状の外部入力に対して、出力がそれぞれ所望のステップおよびランプ状となるための条件を導出した。また、その解析結果を移動体のフォーメーション制御に応用した。

松 尾 圭 祐 (萩原教授) 「1 入出力系の H_∞ 制御における LMI を用いた性能限界の解析」

線形行列不等式 (LMI) を用いた制御系の性能限界解析に関する研究を行った。制御対象 P 、制御器 K に対して $P/(1+PK)$ の形で表される閉ループ系を対象とし、制御対象が不安定零点を有する場合には達成可能な H_∞ ノルムの下界値を解析的に表現できることを示した。

宮 本 光 曜 (萩原教授) 「サイクリングに基づく周期時変スケーリングによるロバスト安定解析の性質とロバスト出力推定器設計」

離散時間線形周期時変系のロバスト安定解析のアプローチのひとつである、サイクリングに基づく周期時変スケーリングの性質を無限行列の枠組みを介して解明した。さらに、それを応用して周期時変系に対して時不変なロバスト出力推定器を設計するための方法を論じた。

山 本 率 矢（萩原教授）「サンプル値系の非因果的周期時変スケーリングに基づく周期時変制御器設計と台車型倒立振子制御実験」

離散時間リフティングの考え方を取り入れることで、時不変制御器設計を対象として展開されてきた非因果的周期時変スケーリングに基づく手法を周期時変制御器設計にも適用できるよう拡張した。さらに台車型倒立振子を用いた制御実験を通してその有効性を示した。

荒 木 賢 輔（土居教授）「2 種類のモチーフ検索問題に対する効率的解法 ―ワイルドカードを許す問題と編集距離に基づく問題―」

複数の入力文字列に（ある程度の変異を許しながら）共通して出現する部分文字列を探索するというモチーフ検索問題において、全ての文字と一致するワイルドカード文字を許す問題、および変異の尺度に編集距離を用いる問題を考え、効率的な解法を提案した。

大 田 敏 嗣（土居教授）「鎮痛度制御に用いる指標の検討と薬の相互作用を考慮に入れた鎮痛度および鎮静度制御の研究」

手術中の麻酔鎮痛度制御に関して、心拍間隔変動、脈波、および筋電信号に基づく鎮痛度指標の特徴と有効性を臨床データに基づいて検討するとともに、鎮痛薬と鎮静薬の相互作用を考慮に入れた鎮痛度・鎮静度制御法を構成して、シミュレーションによりその有効性を確認した。

酒 井 智 衣（土居教授）「鎮静状態維持のための最小麻酔薬濃度の経時的变化を考慮した鎮静度制御の研究」

全身麻酔下手術における聴覚誘発電位に基づく鎮静度制御に関して、覚醒と非覚醒の判別精度に基づく最適な薬物動態モデルの検討、鎮静状態維持に必要な麻酔薬濃度の推定法と経時的变化のモデル化およびそれらを用いた制御法の構成を行い、妥当性を臨床データに基づいて検討した。

上 野 雅 仁（小林教授）「機能的 MRI に向けたスピンロック撮像法による振動磁場計測」

スピンロック撮像法による機能的 MRI の応用可能性を検証した。シミュレーション実験およびファントム実験により、複数のコヒーレントかつ微弱な振動磁場を検出可能なことから、脳の機能的結合の計測にも応用可能であることを示した。

久 保 佑 樹（小林教授）「スタンバーク課題を用いた仮名短期記憶走査に関連する脳波信号源活動の検討」

短期記憶における走査様式の影響の検討を目的に、仮名文字を音韻的・図形的に記憶し走査する過程の脳波信号源再構成波形に基づく解析を行った結果、呈示された感覚領域と短期記憶走査との関連及び意識的な記憶想起に関わる脳領域に関する新たな知見が得られた。

佐 藤 大 地（小林教授）「生体磁気多点同時計測に向けた光ポンピング K-Rb ハイブリッド原子磁気センサ」

光ポンピング K-Rb ハイブリッド原子磁気センサを用いた生体磁気の高密度多点同時計測について研究した。数値計算により K と Rb の密度が計測に与える影響を調べ、実験により検証した。さらにヒトの心磁図の多点同時計測を行い、その有効性を示した。

高 田 裕 人 (小林教授)「光ポンピング原子磁気センサのバイアス磁場調整による帯域制御」

光ポンピング原子磁気センサの帯域制御に勾配磁場を用いる手法およびバイアス磁場の歪みを補正するシムコイルを使用することを提案し、勾配磁場による光ポンピング原子磁気センサの計測帯域拡張およびシムコイルによる磁場分布補正の有効性を確認した。

伊 藤 信 吾 (雨宮教授)「車載誘導モータの最適駆動制御に関する基礎研究」

本研究では、車載用常伝導かご型誘導機を対象として、その車載応用と最適駆動制御に関する基礎研究を行った。24kW 級試作機について、電磁界解析と等価回路解析を適用して永久磁石モータに対する優位性を示した。さらに、実機試験を行い、解析結果の妥当性を明確化した。

佐 野 拓 也 (雨宮教授)「伝導冷却された高温超伝導 2 極マグネットにおける磁化電流による多極磁場変動」

重粒子線がん治療用などの粒子加速器に高温超伝導マグネットを用いる際に問題となる磁化電流による多極磁場の時間変動について、小型冷凍機により伝導冷却された小型マグネットを用いて実験的に調べた。運転温度、線材経験磁場が磁場変動に与える影響について解明した。

張 哲 銘 (雨宮教授)「薄膜高温超伝導線材の通電特性を考慮した固定磁界強集束加速器用超伝導マグネット設計の基礎研究」

重粒子線がん治療装置用固定磁界強集束加速器のマグネットの設計を行った。遺伝的アルゴリズムを用いて、要求される磁場分布を実現する薄膜高温超伝導線材の断面配置を探索し、さらに、薄膜高温超伝導線材の通電特性を考慮して線材への通電電流を決定し設計の修正を行った。

西 村 立 男 (雨宮教授)「低炭素輸送機器実現に向けた直接駆動超伝導モータに関する研究」

輸送機器向け高温超伝導誘導同期モータについて、リラクタンストルクを付与するアイデアの実証や大電流超伝導固定子巻線の検討を実施した。さらに、20kW 級プロトタイプ機の回転特性および冷却特性の健全性を明確化するとともに、50kW 級モデル機の電磁設計にも成功した。

枝 川 卓 也 (和田教授)「P2P エネルギー伝送システムのための双方向 AC-DC 変換モジュールの協調制御」

情報通信を用いて送り手と受け手が互いに協調してエネルギー授受を行うための双方向 AC-DC 変換モジュールの協調制御手法を提案した。また、それを用いて電圧源と電力源のシームレスな入れ替え機能や 2 台のモジュールを用いたネットワーク分割機能を実現した。

八 十 広 輔 (和田教授)「電力潮流の時間変化を用いた分散型電源を含む分岐送電線の等価回路パラメータ推定」

分岐をもつ送電線に対して末端の測定値から等価回路パラメータを再帰的に推定する手法を提案し、感度解析により推定に用いる適切な潮流状態の選択法を示した。また、電源を含むマクロな等価回路パラメータ推定手法として、ダイナミックフェーザを用いる方法を提案した。

池 原 伸 明 (和田教授)「伝導性妨害波に起因する定電圧 IC の誤動作解析用マクロモデルの構築」

伝導性妨害波による LDO 電圧レギュレータの出力電圧変動メカニズムを明らかにした。さらに、外部測定もしくは内部回路の情報から誤動作状態を表現するマクロモデルを構築し、DPI 法による実測に

よってモデルの有効性を検証した。

**前 田 真 彰 (和田教授)「フルブリッジ型電力変換器におけるコモンモードノイズの発生機構説明
および低減」**

フルブリッジ型電力変換器に発生するコモンモードノイズの発生機構が MOSFET とヒートシンク間の寄生容量による結合を含んだブリッジ回路にあることを見出し、インピーダンスバランスの調整によるコモンモードノイズ低減手法を提案した。

戸 水 真 哉 (松尾教授)「穴空き導体を含む T-Ω 有限要素解析に対する陰的誤差修正法の適用に関する研究」

T-Ω有限要素解析において穴空き導体が存在する場合に反復解法の収束性が悪化する問題に対して、陰的誤差修正法による解決を検討した。陰的誤差修正法で用いる補助行列の適切な決定法を提案し、2次元及び3次元のテスト解析においてその有効性を確認した。

中 村 友 洋 (松尾教授)「磁区構造の分岐を考慮したマクロ磁化過程シミュレーションの高速化に関する研究」

結晶粒スケールの2磁区粒子の集合としてマクロ磁化過程を表現する集合磁区モデルの計算高速化に取り組んだ。分岐理論に基づいて単位粒子の磁区構造をスイッチすることによりエネルギー極小化計算を高速化した結果、計算時間を86%削減することに成功した。

宮 崎 達 也 (松尾教授)「PWM 励磁下における電磁鋼板動的ヒステリシス特性の等価回路表現に関する研究」

スイッチング電源の高周波数化に対応するため、鉄芯材料の動的ヒステリシス特性を Cauer 回路を用いて効率的にモデル化する手法を開発した。開発手法を用いて、正弦波励磁およびPWM 励磁下における電磁鋼板の高精度な交流磁気特性表現に成功した。

工学研究科 電子工学専攻

中 川 裕 也 (掛谷准教授)「トポロジカル絶縁体相実現に向けた BaBiO₃ へのフッ素ドーピング効果に関する研究」

ペロブスカイト構造を持つ BaBiO₃ は Bi³⁺ と Bi⁵⁺ の2種類の陽イオンがサイトオーダーすることによる電荷密度波が存在する。ホールドーピングにより超伝導が発現することが知られているが、最近電子ドーピングによりトポロジカル絶縁体になるという理論的な提案があり、これを試みた。その結果、O 原子を F 原子に部分置換して、エピタキシャル成長させることに成功した。

吉 岡 佑 介 (掛谷准教授)「Bi 系固有ジョセフソン接合テラヘルツ素子の偏波特性と円偏光発生法に関する研究」

ビスマス系高温超伝導体テラヘルツ光源の多機能化を目指して、移動体間通信や異性体の分光に有用な円偏光発振を目標とする研究をおこなった。メサ構造をパッチアンテナとみなしてメサ構造の形状を設計した。発振した周波数範囲 0.43-0.44THz において、電場の長軸と短軸の振幅比(楕円比) e は最大 0.5 となった。

曾 根 輔（白石教授）「電界電離イオンビームの飛行時間形質量分析技術の開発」

有機材料の元素と構造を同時に解析する新しい顕微質量分析手法に必要な飛行時間形質量分析器を開発した。タングステン針を用いた電界電離により生成したアルゴンイオンビームの質量分析が可能であることを示すとともに、電界蒸発により生成したタングステンイオンも検出した。

藤 原 将（白石教授）「窒化ハフニウム薄膜の仕事関数に対する窒素組成および吸着分子の影響」

高周波マグネトロンスパッタ法により窒素組成の異なる窒化ハフニウム薄膜を作製し、その仕事関数をケルビン法で評価した。加熱やスパッタリングにより表面の吸着分子等を除去することで窒化ハフニウム本来の値を求めるとともに、吸着粒子が仕事関数の値に与える影響を調べた。

伊 丹 豪（竹内教授）「2次元メタルホールアレイ内の表面波伝搬に関する実験的評価および誘電率分布イメージングへの応用」

貫通穴の2次元アレイ状構造を持つ導体板へのミリ波照射に伴う表面近傍での波動伝搬について、実験的に調べた。実験で検出された表面近傍での波動空間分布が分散関係より予想される波動解析から説明できることがわかり、表面近傍での誘電率情報取得にも有用であることを明らかにした。

西 尾 祐 介（竹内教授）「荷電微粒子の作製と帯電性制御およびその診断」

ミクロンサイズの誘電体微粒子の作製・電荷付与・帯電量診断を実験的に行った。フッ素樹脂を含む微粒子を作製して電子ビームを照射したところ、微粒子群の表面電位が負の値で制御され、電荷は長期にわたって保持された。直流および低周波電界印加による診断手法の提案も行った。

沖 元 直 樹（木本教授）「TiO₂ 薄膜を用いた抵抗変化素子の微細化プロセスの確立および評価」

抵抗変化型不揮発性メモリ用材料として有望な TiO₂ 薄膜の電気的性質を調べると共に、クロスバー構造を有する微細抵抗変化素子を作製する基本技術を確立した。サイズの異なる抵抗変化素子の電気的特性を調べ、抵抗変化を支配する導電性フィラメントに関する重要な知見を得た。

河 原 知 洋（木本教授）「フォトルミネセンスを用いた SiC 結晶における拡張欠陥の挙動および物性評価」

フォトルミネセンス撮像法を用いることにより、SiC エピタキシャル成長層および基板に存在する転位と積層欠陥の位置および種類を非破壊・高速に検出することに成功した。さらに、SiC 結晶中の基底面転位の挙動や、各種の拡張欠陥がキャリア再結合に及ぼす影響を定量的に明らかにした。

小 林 拓 真（木本教授）「異なる伝導型およびドーピング密度を有する SiC の酸化速度と MOS 界面電子物性に関する研究」

SiC の伝導型（n 型 / p 型）およびドーピング密度が酸化速度に与える影響を明らかにし、その物理的要因を様々な分析結果を元に議論した。また、Si 面、A 面、M 面上に作製した MOSFET を用いて MOS 界面特性を精密に評価し、不純物ドーピングが MOS 界面特性に与える影響を明らかにした。

佐 藤 孝 亮（木本教授）「厳環境センサ応用に向けた単結晶 4H-SiC 自己検出型マイクロカンチレバーの作製および評価」

伝導型の違いによる選択的エッチングを活用して、4H-SiC 単結晶からなるカンチレバーを作製し、静電駆動に成功した。作製した SiC カンチレバーは極めて高い共振 Q 値を示し、かつ高温でも良好な

共振特性を示すことを明らかにした。また、共振時のエネルギー散逸要因についても考察した。

田 中 一 (木本教授)「Ge ナノワイヤにおける正孔輸送特性の原子論的計算による解析」

次世代 CMOS 素子のチャネル材料として有望な Ge ナノワイヤのバンド構造とフォノン分散を原子論的アプローチにより計算し、フォノン散乱制限移動度やラフネスが移動度に与える影響を定量的に明らかにした。様々な形状を有するナノワイヤ MOSFET 特性の計算も行い、その設計指針を提示した。

野 田 晃 浩 (山田准教授)「原子間力顕微鏡による金属内包フラーレン分子の表面電位評価および分子内構造観察」

フラーレン分子 (C_{60}) 薄膜上に堆積した金属内包フラーレン分子 ($Gd@C_{82}$) を対象に、原子間力顕微鏡により $Gd@C_{82}$ 分子の表面電位が吸着状態の違いにより異なることを明らかにし、 $Gd@C_{82}$ 分子の 5 員環構造の可視化に成功した。

木 南 裕 陽 (山田准教授)「FM-AFM を用いた IgG 抗体分子会合体形成の一般性および抗原抗体反応に関する研究」

原子間力顕微鏡を用いることで IgG 抗体分子自己組織化の一般性を明らかにした。また、抗原吸着量の吸着時間依存性から抗原抗体反応の結合定数を算出した。さらにその特異性を実空間内で明らかにし、抗原抗体反応をナノメートルの分解能で可視化することに成功した。

石 戸 亮 祐 (川上教授)「InGaN 薄膜におけるキャリアダイナミクスのフォトルミネッセンス法とラマン散乱分光法による複合顕微評価」

InGaN 薄膜における局在励起子の発光エネルギー分布とポテンシャル揺らぎを直接的に関連付けるため、フォトルミネッセンスとラマン散乱分光の複合測定を提案した。二つの異なる共鳴波長で励起することで、発光とラマン信号を分離する方法を開発し、ポテンシャル揺らぎのマッピングに成功した。

柴 岡 真 実 (川上教授)「サファイア基板の in-situ 窒化処理による高品質 AlGaIn/AlN 量子井戸の成長および光物性評価」

サファイア c および a 面基板を結晶成長炉内で窒化処理することにより、厚み数ミクロン、貫通転位密度 $10^9/cm^2$ 台前半の AlN が結晶成長できること見出し、そのメカニズムを解析した。これにより、AlN 上 AlGaIn/AlN 量子井戸からの弱励起発光強度が、従来構造に比べて 10 倍以上向上することを示した。

平 貴 之 (川上教授)「青色・緑色レーザダイオード品質の (0001) 面 InGaIn 量子井戸における顕微分光マッピングに関する研究」

青および緑色レーザ向けの InGaIn/GaN 単一量子井戸において、共焦点顕微鏡および近接場光学顕微鏡によるフォトルミネッセンスマッピングを行い、異なる空間階層のポテンシャル揺らぎが共存していること、ほとんど均一な空間分布を持った非輻射再結合中心が効率を決定していることを見出した。

松 藤 浩 平 (川上教授)「半極性 (11 $\bar{2}$ 2) InGaIn 量子井戸発光素子におけるキャリア注入機構の解明」

p 型伝導制御のための成長および活性化条件を検討し、半極性 (11 $\bar{2}$ 2) 面上に InGaIn 発光素子を再現性良く作製する条件を確立した。発光色の異なる二層の量子井戸を持った (11 $\bar{2}$ 2) 面 LED を作製し、発光特性から、従来の c 面 LED と異なり、二つの量子井戸に比較的均一にキャリア注入されているこ

とを実証した。

梅 田 尚 実 (野田教授) 「フォトニック結晶を有する微結晶シリコン太陽電池の作製と評価」

薄膜太陽電池の変換効率向上のため、フォトニック結晶構造を太陽電池に導入し、光吸収を増大させることを検討した。材料に微結晶シリコンを用いた試料の作製および評価を行うことにより、数 100nm 程度の非常に薄い太陽電池において、8.7%の変換効率を得られることを実証した。

越 智 賢 明 (野田教授) 「2 次元フォトニック結晶ナノ共振器の熱処理および表面処理による光吸収損失低減の検討」

2 次元フォトニック結晶ナノ共振器の損失の主要因と考えられる光吸収損失に着目し、共振器の表面酸化膜除去前の共振器表面や内部の状態が共振器の損失に影響を与えることを明らかにした。また、吸収損失の温度依存性測定により、不純物準位からの励起キャリア等の吸収損失要因の存在を提示した。

北 野 圭 輔 (野田教授) 「3 次元フォトニック結晶の多層化と光制御」

3 次元フォトニック結晶を利用した光制御の、光漏れ損失の主要因と考えられる有限の層数について、その増加を検討した。3 次元フォトニック結晶の形成手法として多方向同時エッチング法を採用し、12 層に相当する 2 周期の構造を形成した。また、さらなる多層化を実現する指針を示した。

橋 本 康 平 (野田教授) 「ロッド型シリコン狭帯域熱輻射光源に関する研究」

半導体 Si のバンド間遷移をロッド型フォトニック結晶によって制御する構造を提案し、波長 $1\mu\text{m}$ 付近の近赤外領域に熱輻射を限定できる狭帯域熱輻射光源を実証した。また、この光源を用いることで、より効率的に太陽光を利用可能となる、太陽光熱光発電システムを提案した。

畑 中 修 平 (北野教授) 「オクターブ光コムによる光周波数比計測システム」

高速で動作するピエゾ素子を開発し、レーザー光に光周波数コムを位相同期させることに成功した。位相同期させたコムと離れた波長の別のレーザーとのビートから、2 つのレーザーのスペクトル線幅の比較、および両者の周波数比の測定が可能であることを示した。

濱 田 健 (北野教授) 「Classical Simulatability of Quantum Computation based on Normalizers」 (正規化群に基づく量子計算の古典シミュレーション可能性)

古典的にシミュレートできる量子計算の系の代数構造は、正規化群を用いて一般的に捉えることができることを示した。既に知られているいくつかの古典的にシミュレートできる量子系が、提案する統一的な見方で説明できることを示した。

東 谷 祥 平 (北野教授) 「Yb⁺ 光時計の不確かさ評価に向けた 3 次元冷却型 RF トラップ」

冷却レーザー光に垂直な速度成分が冷却されないという問題を解決するために、冷却レーザーを 2 方向から照射可能なトラップを立ち上げ、時計遷移の単一イオン分光まで達成した。また、2 台のトラップ中の Yb⁺ を同時に冷却するために、冷却レーザーのパワーを増強した。

藤 崎 広 豊 (北野教授) 「単一 Ba⁺ の $^2\text{S}_{1/2} - ^2\text{D}_{5/2}$ 時計遷移分光」

時計遷移分光用の波長 $1.76\mu\text{m}$ 外部共振器型半導体レーザー (ECLD) の線幅狭窄化を、波長 881nm ECLD を光共振器の共鳴に線幅狭窄化し、これに波長 $1.76\mu\text{m}$ 光を、第 2 高調波を発生させて位

相同期させて実現した。このシステムで単一 Ba^+ の時計遷移の励起に成功した。

光・電子理工学教育研究センター

小 林 弘 樹 (高岡教授)「水和クラスターイオンの生成と固体表面照射効果に関する研究」

本研究では、メタンや二酸化炭素ガスをバブリングして水蒸気中に導入し、断熱膨張による過冷却過程を通して水和クラスターを生成した。さらに、イオン化・加速した水和クラスターイオンを金や銅の基板表面に照射し、クラスターイオン照射特有の高密度照射効果や表面平坦化効果による表面処理を行った。

中 川 穰 (高岡教授)「電子線回折によるクラスターの構造解析とサイズ分析に関する研究」

本研究では、電子線回折法を用いて水クラスターや炭酸ガスクラスターの回折パターンの観察に成功した。さらに、シミュレーションによる構造解析から、水素結合の水クラスターやファンデルワールス力結合の炭酸ガスクラスターの結晶構造を明らかにした。

松 本 雄 介 (高岡教授)「イオン液体中における金属ナノ粒子の合成と結晶学的・電気的特性評価」

本研究では、種々のイオン液体中に熱蒸発によって金や銀のナノ粒子を合成し、その結晶構造を透過型電子顕微鏡観察によって明らかにした。さらに、金ナノ粒子を含むイオン液体の電気的、磁氣的、光学的特性を測定し、金属ナノ粒子の特異な性質を明らかにした。

林 恭 平 (高岡教授)「炭化水素多原子分子イオンビームの固体・液体表面照射と材料プロセス応用に向けた研究」

本研究では、微小クラスターの炭化水素多原子分子イオンを Si 基板表面に照射し、クラスターイオン照射特有の高密度照射効果や多体衝突効果のサイズ依存性を明らかにした。さらに、種々のイオン液体表面に照射し、イオンミキシングされたイオン液体膜や自立型の炭素系薄膜の形成に成功した。

伊 藤 義 人 (藤田教授)「ミスト CVD 法によるサファイア基板上コランダム構造酸化インジウム MOSFET の作製と評価」

広いバンドギャップ (3.8eV) を持つコランダム構造 In_2O_3 薄膜の電子デバイス応用を目指し、 Ga_2O_3 バッファ層の適用によりサファイア基板上に移動度 $130\text{cm}^2/\text{Vs}$ の In_2O_3 薄膜を得て、ピンチオフ特性を示しオン/オフ比 10^6 の MOSFET を実証した。電界効果移動度は $60\text{cm}^2/\text{Vs}$ であった。

鈴 木 健 太 (藤田教授)「デバイス応用に向けたコランダム構造酸化アルミニウムガリウム薄膜の成長と評価」

Ga_2O_3 をベースとするコランダム構造 $(\text{Al}, \text{Ga}, \text{In})_2\text{O}_3$ 混晶系におけるヘテロ構造デバイスを念頭に置き、サファイア基板上 $(\text{Al}, \text{Ga})_2\text{O}_3/\text{Ga}_2\text{O}_3$ 構造の特性を調べた。膜厚 100nm の $(\text{Al}, \text{Ga})_2\text{O}_3$ は Al 組成 38% までコヒーレント成長し、タイプ I 型のバンド不連続を持つことを示して、デバイス応用への指針を与えた。

情報学研究科 知能情報学専攻

坂 口 智 洋（黒橋教授）「時間表現の解釈に基づく言明の抽出と整理」

Web上の言明を比較・整理するためには、その言明や言及されている出来事がいつのものであるかを明らかにする必要がある。本研究では、機械学習を用いて日本語テキスト中の時間表現を自動で抽出・正規化する手法を提案し、時間軸を利用した言明の整理を行った。

小 浜 翔太郎（黒橋教授）「項の対応付け学習による事態間知識の構築」

自然言語システムのさらなる高度化に不可欠な知識に、因果関係や時間経過の関係をもつ出来事の知識、事態間知識がある。本研究では、クラウドソーシングによって正解データを構築し、機械学習によって項を対応付ける手法を提案した。既存手法と比較して、質の良い知識が獲得された。

町 田 雄一郎（黒橋教授）「自動獲得と集合知を併用した関連語知識の高度化と評価」

計算機による自然言語理解を実現する上で重要となる関連語知識について、自動獲得した関連語の妥当性を評価するためにスマートフォン上の対話システムを利用した連想ゲームをデザインした。実験の結果、ゲームログの集約によって自動獲得結果の妥当性の評価が可能であることを確認した。

川 原 僚（松山教授）「水中アクティブステレオのための画素依存型バリフォーカルカメラモデル」

本研究は水中カメラなどにおける平面屈折層を介した投影過程を簡潔に表現するための仮想カメラモデルを提案するものであり、このモデルに基づいた水中カメラ・プロジェクタの位置姿勢推定法と、これを用いたアクティブステレオによる水中3次元物体の形状計測を実現した。

西 村 真 衣（松山教授）「交差3平面を用いた Ray-Pixel カメラの線形キャリブレーション」

本研究は未知の屈折・反射過程を含む光学系において、画素と計測空間の光線の対応関係を推定するための新たな手法を提案するものであり、計測空間に置かれた校正用3平面の交線を用いた線形解法と、撮影画像から交線を検出するためのアルゴリズムを考案した。

矢 野 智 彦（松山教授）「多視点画像を用いた半透明水中物体の3次元形状・透過率分布推定」

本研究は多視点画像を用いて半透明水中物体の3次元形状およびその内部の透過率分布を推定するために、対象空間を離散化したボクセルそれぞれが透明度と散乱現象を近似した点光源強度を持つと仮定した計測モデルを提案し、透明度と点光源強度の同時推定法を考案した。

黒 瀬 祐 平（松山教授）「An Asynchronous Control Method for the Power Flow Coloring over a Grid with Fluctuating Power Sources and Loads」（電源・負荷変動に対応した電力カラーリングのための非同期制御方式）

電力グリッド上の電源と負荷を協調的に制御することで、電力の供給元と消費先を区別して配送する分散協調電力カラーリングについて検討した。電源や負荷の電力変動、通信遅延・損失、配線上の損失を考慮した現実的な手法を提案し、実験により有効性を示した。

Zhong Yanghong（松山教授）「3D Visual Tracking System for Fish Collective Behavior Analysis」（魚群行動解析のための3次元視覚追跡システム）

水槽内の魚群の行動を解析することを目的として、複数カメラを用いた魚の3次元追跡システムを構

築した。各個体の詳細な3次元形状モデルと、画像への投影過程における水槽での屈折を考慮することで、各個体の位置や速度、および形状変化の頑健な追跡を実現した。

情報学研究科 通信情報システム専攻

藤 本 裕 真 (原田教授) 「複数ストリームの分離特性に基づく適応的な共有信号選択手法」

複数の移動局間で受信信号を共有し干渉抑圧を行う共同干渉キャンセルにおいて、連携コスト軽減のために共有信号を選択する手法を提案し、エミュレータを用いて特性を評価した。屋外伝送実験を行い、提案方式の有効性を示した。

永 野 裕 規 (原田教授) 「周波数領域繰り返し等化を行う端末共同干渉キャンセルに関する研究」

端末共同干渉キャンセルシステム上で、同一チャネル干渉及びシンボル間干渉を周波数領域の繰り返し等化により抑圧し、伝送特性を向上させる手法について計算機シミュレーションによる特性の評価を行った。さらに、伝送実験を行うことでこの手法が実環境でも有効であることを確認した。

西 野 智 (原田教授) 「端末グループを形成する無線通信システムのエネルギー効率に関する研究」

マルチユーザ MIMO システムにおいて、移動局側のフィードバックを要するプリコーディングシステムと端末側でのデータ共有を行う端末共同干渉キャンセルシステムの双方の送信電力による特性の違いを示すことにより、端末共同システムの有効性を示した。

田 中 利 樹 (原田教授) 「送受信空間フィルタリング技術の時変チャネルにおける特性改善」

伝搬路予測や判定指向形チャネルトラッキングを用いることで時間変動する伝搬路における伝送特性を改善できることを実験的に確認した。特に、基地局移動局間の残留周波数オフセットが伝搬路予測に与える影響を指摘し対策を提案した。

荒 井 亮 平 (守倉教授) 「Proactive Communication Control Schemes for Next-generation Network Applications」 (次世代ネットワークアプリケーションのためのプロアクティブ通信制御法)

ICT を用いたアプリケーションであるスマートグリッドにおいて、微分ゲームを適用し情報の取得可否に応じて制御手法を議論した。また、ICT アプリケーション増加による周波数枯渇の解決策として、コグニティブ無線およびミリ波通信に関する研究も行った。

井 上 文 博 (守倉教授) 「無線 LAN と無線 PAN の共存方式の研究」

2.4GHz 帯での無線 LAN と複数の無線 PAN 共存方式を提案した。多数の無線 PAN が無線 LAN と共存している状況において、提案方式を用いることで無線 PAN の通信特性に信頼性を与えることができ、無線 PAN と無線 LAN の両方のスループットが向上することを明らかにした。

塩 谷 郁 弥 (守倉教授) 「無線 LAN 高密度化のための同時リソース制御の解析」

無線 LAN の高密度化を背景として、空間的チャネル再利用のための送信電力及びキャリア検出閾値の同時制御をゲーム理論を用いて解析を行った。送信電力とキャリア検出閾値を反比例の関係で設定する方法が、スループット改善と公平性の観点で有効であることを示した。

西 岡 良（守倉教授）「カメラを用いた可視光通信による無線 LAN メディアアクセス制御」

IEEE 802.11 無線 LAN 機器のメディアアクセス制御方式として、カメラと LED を用いたアクセス方式を提案した。端末は LED を用いてアクセス要求し、基地局がそれをもとに送信権を割り当てることでスループット改善できることを明らかにした。

山 下 翔 大（守倉教授）「無線 LAN とマイクロ波送電の共存システムの実験」

周波数共用を前提としたマイクロ波電力伝送を用いた無線 LAN 端末の給電について、通信タイミング情報共有に基づく時分割運用法を提案した。更にスループット改善を目的としたレクテナ出力に基づく適応レート制御法を提案した。

原 直 也（高橋教授）「割り当て粒度が小さい光パスネットワークにおける通信品質向上に関する研究」

エラスティック光パスネットワークは、細かい粒度の周波数スロットを組み合わせ光パスごとに柔軟に帯域を提供する。本論文では、変調方式別の帯域を設けかつ各帯域幅を棄却率に基づいて動的に制御する周波数割り当て手法を提案し、公平性の問題を解決できることを計算機シミュレーションによって示した。

大 森 裕 介（高橋教授）「通信ログを用いた通信機会予測手法の研究」

蓄積される通信ログから次の通信を予測することはサービスやネットワーク運用において有用である。本論文では仮想通信ネットワークの概念とそれに基づくリンク予測システムを提案し、実際の通信ログのデータセットを用いた評価によりその有効性を示した。

田 嶋 翔 太（高橋教授）「劣環境ネットワークにおける優先制御方式」

DTN (Delay/disruption Tolerant Networking) では、通信相手が近くにいない場合はデータを保持し通信可能時に転送を行うストア・アンド・フォワード方式を用いた通信を行う。本論文では、バッファの優先制御方式を提案し、全体の到達率を維持したまま高優先データの到達率を向上できることをシミュレーションによる評価で示した。

呉 祺 深（高橋教授）「Renewable Energy-aware Communication Systems（再生可能エネルギー適応型通信システムの研究）」

通信システムの消費エネルギーが問題になる中、再生可能エネルギーの有効活用が検討されている。本論文では、再生可能エネルギーによる発電量に応じてトラヒック量を適応的に制御する新たな通信システムを提案した。計算機シミュレーションにより従来エネルギーの消費を大幅に削減できることを示した。

王 梓（高橋教授）「Dynamic Color Mixing for Modeling Social Influencing（人の社会的作用をモデル化するための混色モデルの研究）」

人々は行動を選択する際、社会的要因に影響を受ける。社会的要因特に相互作用をモデル化できれば様々な分野での活用が考えられる。本論文では、社会的オブジェクト間の相互作用を混色モデルでモデル化することを提案した。数値評価と実データを用いた評価により、提案モデルの有効性を示した。

清 水 裕 史 (佐藤 (高) 教授) 「分散共有型混合ガウスモデルを用いた MOS トランジスタ界面状態数の推定手法」

MOS トランジスタの微細化に伴い、RTN と呼ばれる閾値の時間変動が顕著となっている。この現象をモデル化するため、分散共有型混合ガウスモデルと EM 法によりトランジスタの界面状態を推定する手法を提案した。また情報量基準を用いることで混合分布におけるモデル数の自動推定を実現した。

岡 崎 剛 (佐藤 (高) 教授) 「ランダムウォークと反復法の交互実行による高速電源網解析」

ランダムウォークを用いた電源網解析は並列性が高いが収束速度の遅さが課題である。本研究ではランダムウォークによる電圧推定と反復法による誤差平滑を交互実行し、高速収束させる手法を提案した。提案手法を 16 並列で実行することにより、直流解析で 45 倍の高速化を達成した。

佐 川 善 彦 (佐藤 (高) 教授) 「パワーゲーティングによる非接触チップ間通信の低電力化」

非接触チップ間通信の低電力化を実現する、オンチップ通信回路を提案した。送信回路と受信回路において受信信号に応じたパワーゲーティングをそれぞれ行うことで、送信回路の通信時消費電力を 16%、回路全体の平均消費電力を 39% 削減した。

曹 效 倫 (佐藤 (高) 教授) 「Interdigital Capacitance Sensor with Capacitance-to-Voltage Amplifier for Heartbeat Detection」 (心拍検出のための交差指型静電容量センサおよび容量電圧変換回路)

静電容量センサを用いた非侵襲での心拍検出手法を提案する。電極に交差指型構造を、容量測定回路に電荷ベース容量測定法をそれぞれ用いることにより、高感度な静電容量センサを実現した。試作センサによる実験の結果、センサ表面に触れた指先の微小振動から心拍を検出できることを示した。

竹 下 俊 宏 (小野寺教授) 「集積回路のエネルギー効率を最大化するための電源電圧としきい値電圧の設定指針」

与えられた遅延制約のもとで集積回路の消費エネルギーを最小化する電源電圧としきい値電圧の設定指針を示した。商用の 28nm プロセスを対象とした回路シミュレーションと 65nm プロセスで試作した暗号回路の実チップ測定により電圧設定指針の正当性を確認した。

中 西 晋 一 (小野寺教授) 「リングオシレータの発振周波数ゆらぎの統計的解析に基づくランダムテレグラフノイズのモデル化」

ランダムテレグラフノイズ (RTN) と呼ばれるトランジスタ閾値電圧の時間的な揺らぎを、リングオシレータの発振周波数揺らぎとして観測した。測定した周波数変動量から閾値電圧変動量を算出し、回路の動作中に発生する RTN のトランジスタ寸法依存性をモデル化した。

今 坂 良 平 (佐藤亨教授) 「UWB ドップラーレーダを用いた呼吸と心拍の同時推定法」

UWB ドップラーレーダを用いて、呼吸中の人体表面を観察し、呼吸と心拍数を同時かつ高精度に推定する方法を提案した。様々な体位・呼吸状態での心拍数を測定し、トポロジー相関を用いて波形変動を含む心拍信号から正確な瞬時心拍数を推定することに成功した。

奥 村 成 皓（佐藤亨教授）「High-accuracy imaging techniques for medical ultrasound using spatial domain interferometry with adaptive signal processing」

超音波経頭蓋骨ドップラ法による脳内血流測定において、大きな障害となる頭蓋骨からの反射波を適応的信号処理により抑圧し、正確な血流速度を推定する手法を開発した。シミュレーションによりその性能を検証すると共に、演算量を大幅に削減する手法を開発した。

加 納 佑一郎（乗松准教授）「任意のしきい値での光ホモダイン受信において位相雑音を考慮した高速な誤り率評価法」

光ホモダイン検波に対する相補誤差関数を用いた誤り率評価法について、受光素子のばらつきの影響を考慮できるよう拡張した。さらに、位相雑音を考慮した場合に、任意のしきい値設定が必要な変調方式にも適用可能な計算手法を確立した。

山 崎 宥 記（佐藤亨教授）「UWB マルチドップラーレーダ干渉計を用いた歩行人体の断面形状推定」

UWB ドップラーレーダを用いた屋内での移動人体の形状認識において、従来は妨害波とみなされていた壁面反射波を利用して複数の鏡像干渉を構成し、歩行人体の各部位を独立に追跡することで、正確な人体の水平断面形状を推定する手法を開発することに成功した。

情報学研究科 システム科学専攻

東 良 樹（石井教授）「状態遷移モデルを用いた脳磁図信号からの3次元手指運動の再構成」

脳磁図の信号からヒトの多指運動を再構成するために、独立成分分析で脳活動特徴量を抽出し、隠れマルコフモデルで複数の脳状態に分類後、隠れ状態ごとに特徴量と各関節位置との線形回帰モデルを学習させた。結果、従来法に比べ少ない数の特徴量で高い再構成性能が得られた。

清 川 正 徳（石井教授）「局所的基底学習を用いたシングルフレーム超解像」

1枚の低解像度画像を高解像度化するシングルフレーム超解像法の開発を行った。与えられた低解像度画像と類似した低解像度画像に対応する高解像度画像のみから局所的な基底学習を行うことで、少数基底の学習で正確な高解像度画像を推定できることを示した。

小山田 創 哲（石井教授）「Principal sensitivity analysis and its application to knowledge discovery in functional neuroimaging（主感度解析とその脳機能イメージングにおける知識発見への応用）」

教師有り学習によって他クラス識別器を構築したのち、これを用いてクラスを特徴付ける知識を可視化する手法、主感度分析（Principal Sensitivity Analysis; PSA）を提案した。提案手法の有効性を示すと共に脳機能イメージングへと応用した。

村 瀬 晃 生（石井教授）「創傷治癒における周期的信号に誘導される細胞集団移動メカニズムの考察」

創傷治癒の過程において生じる協働的な細胞集団移動と外部から与えられる分子シグナルの寄与との関連を表す数理モデルを構築し、これを調べた。傷周辺部位から生成するトラベリングウェーブ状の分子シグナルが効率的な細胞集団移動を誘導しうることが分かった。

伊 藤 洋（石井教授；ATR 連携）「上肢動作時系列に基づく搭乗型移動ロボット制御」

車椅子上の要介護者と介助者の間に存在する身体的インタラクションを模擬して電動車椅子のコントローラに応用することで、電動車椅子が要介護者の身体動作に基づいてアシストする新しいインタフェースを提案した。

小 澤 和 樹（石井教授；理化学研究所連携）「ニューロン新生を伴う Extreme Learning Machines によるパターン認識」

脳の学習に深い関係があるとされている海馬内のニューロン新生を模擬して Extreme Learning Machine というニューラルネットワーク構造にニューロン新生の要素を加える事で機能向上を図った。手書き文字認識の学習における性能向上を示した。

遠 藤 翔 大（松田教授）「手術時の切削による形状変化を重畳した拡張内視鏡画像に関する研究」

椎骨に対する内視鏡手術の支援を目的として、切削時の術具先端位置の履歴に基づいて残切削量を実時間で内視鏡画像に重畳可視化する拡張内視鏡画像生成法を提案した。被験者実験を通して、提案方法が切削の正確性の向上や切削所要時間の短縮に有効であることを確認した。

水 野 貴 志（松田教授）「MR Elastography 用ベッド型振動発生装置を用いたブタ筋線維の異方性弾性率テンソルの計測」

異方性をもつ生体組織の弾性率テンソルの計測を目的に、圧電素子を用いたベッド型縦波発生装置とベッド型横波発生装置を提案し、ポリウレタン製弾性繊維を用いて作製した横等方性ファントムおよびブタ筋線維を対象に異方性弾性率テンソルの計測および検証を行った。

門 間 翔 太（松田教授）「MR Spectroscopy を用いた腫瘍内グルコース代謝の温度依存性に関する研究」

がん細胞におけるグルコース代謝は解糖系への依存度が高く、また低体温で成長が促進されるという従来研究に基づき、がん細胞と腫瘍モデルマウスを対象に異なる温度条件下で MRS 法により解糖系代謝産物である乳酸を経時的に測定したところ、解糖系活性には体温による差異は認められなかった。

エネルギー科学研究科 エネルギー社会・環境科学専攻**半 田 大 樹（下田教授）「VR Earthquake Experience System with Automatic Reconstruction of Indoor Environment（室内環境の自動再構築手法を用いた VR 地震体験システム）」**

地震体験手法のうち人工現実感を用いる既存手法は環境のモデリングコストが高いという問題がある。そこで、モデルを 3D スキャンから自動で再構築し物理シミュレーションを行うことで安価に地震の体験が可能なシステムを提案し実験により評価した。

瀬 尾 恭 一（下田教授）「知的作業中の生理指標計測による作業成績推定手法の検討」

知的生産性評価手法の基礎検討として、事務作業を模した認知タスク遂行中の瞳孔径及び心拍変動成分から、機械学習手法を利用してタスク解答数を推定する手法を検討した。被験者実験の結果、サポートベクター回帰を用いた場合、高い推定精度が確認された。

井 上 弘 輝（下田教授）「環境配慮行動促進のためのオンラインコミュニティの活性化・継続手法」

環境配慮行動促進のため、承諾誘導理論に基づいたオンラインコミュニティの活性化・継続手法を提案した。評価実験を通して、提案手法によるオンラインコミュニティの活性化・継続効果と参加者の環境配慮行動の頻度の向上を確認した。

池 野 裕 俊（下田教授）「消費者価値観を考慮した環境配慮商品の推薦手法の検討」

環境配慮商品が人々にあまり買われていないという問題を解決するために、消費者価値観を用いた環境配慮商品の推薦手法を考案し評価した。消費者価値観を用いた推薦手法は、消費者属性を用いた推薦手法よりも有効であることが分かった。

島 村 祐 太（下田教授）「気流制御環境下における知的生産性変化の客観的・定量的評価」

本研究では知的生産性向上効果を期待する気流環境を提案し、その効果を客観的かつ定量的に評価した。評価実験の結果、気流環境では標準環境と比較して知的生産性が6.5%ポイント有意に高いことを客観的かつ定量的に示すことができた。

高 松 貴佐雄（下田教授）「個人を対象とした二酸化炭素排出許容枠制度のケーススタディ」

個人を対象とした固定価格型二酸化炭素排出許容枠制度（FIT-PCA）が制度対象者に及ぼす影響を調査するために、FIT-PCAによる行動変容モデルを作成し、約半年間、FIT-PCAを仮想的に導入するケーススタディをおこなった。

エネルギー科学研究科 エネルギー基礎科学専攻**上打田内 啓允（中村（祐）教授）「トカマクプラズマにおける HINT2 コードを用いた MHD 平衡解析」**

ヘリカル型プラズマの MHD 平衡を磁気面の存在を仮定することなく計算できる三次元 MHD 平衡コードとして開発された HINT2 コードを、トカマクプラズマにおける非軸対称性の影響の解析に適用するために、計算領域境界における境界条件の改善を試みた。トカマクではヘリカル系とは異なり、大きなプラズマ電流が流れているため、矛盾のない境界条件を与えることがより重要となる。本研究ではジオ・サバール則に基づき境界条件を更新することで、HINT2 を用いたトカマク平衡計算が改善されることを示した。

高 橋 志 英（中村（祐）教授）「Virtual Casing 法を用いたトカマクプラズマの周辺磁場解析」

ポロイダルコイルや制御用コイルに流れる電流や真空容器に誘導される渦電流とのカップリングを考慮したトカマクプラズマの MHD 平衡ダイナミクス解析を行うことを最終的な目的として、プラズマ電流がプラズマ外部に作る磁場解析を高速で行う手法の開発を行った。三次元 MHD 平衡コード VMEC で得られたトカマクプラズマ内の平衡磁場データを用いて、Virtual Casing 法に基づき周辺磁場解析を行い、プラズマ近傍における特異性の除去に関して考察を行った。

田 中 暁 大（中村（祐）教授）「反復法を用いた MHD 平衡コードの開発」

VMEC や HINT など既存のコードの問題点を解消した新しい MHD 平衡コードを反復法に基づき開発することを目的とし、その初期段階として軸対称トカマクを対象とした2次元コードの開発を行った。このコードは磁気島や磁気面の乱れの解析を行うことができるように、入れ子状の磁気面の存在を仮定せずに平衡計算を行うため、MHD 平衡方程式を直接、反復法により解いており、座標系は円柱座標系

を用いた。トカマクのリミター配位に対する平衡計算により、計算手法の有用性を示した。

原 雄二郎（中村（祐）教授）「垂直移動現象（VDE）を伴うトカマクディスラプション時の電流減衰時間の決定機構」

トカマク装置 JT-60U で実際にディスラプションが起こった放電を例に、電流減衰開始直前のプラズマ条件を変化させたとき、ディスラプション時の VDE やプラズマ減衰時間がどのように変化するか数値シミュレーションコード DINA を用いて解析した。その結果、外部ポロイダルコイルにより作られた磁場の減衰インデックスと初期プラズマ電流分布が、VDE の速さと強い相関関係があることが明らかになった。

エネルギー科学研究科 エネルギー応用科学専攻

青 木 翔 太（土井教授）「電子ビーム蒸着 MgB₂ 膜の臨界電流特性に与える C, Ni, Fe 添加およびアニール効果」

MRI 診断装置用の MgB₂ 超伝導線材の開発のため、C, Ni, Fe ナノパーティクル添加およびアニールの有効性を実験的に検討した。Ni, Fe は臨界温度 T_c を低下させるものの量子化磁束線のピン止め効果が強く臨界電流密度 J_c を向上させることを明らかにした。

内 間 貴 之（土井教授）「{110}<001> 集合組織 Fe を基材とした YBa₂Cu₃O_y 線材における中間層構造の開発」

高性能低コスト高温超伝導線材の開発を目指し、珪素鋼テープ上に 3 軸結晶配向 YBa₂Cu₃O_y 厚膜層を作製することを目的に、テンプレート基材の結晶配向度を維持したまま基材と YBa₂Cu₃O_y 厚膜層の反応を防止する新規なバッファ層構造を開発した。

中 順 平（土井教授）「Fe を基材とした YBa₂Cu₃O_y 超伝導線材の高臨界電流密度化」

珪素鋼テープ上に 4 層のバッファ層を介して 3 軸結晶配向した YBa₂Cu₃O_y 厚膜層を形成した新規構造の高温超伝導線材の開発を行い、各バッファ層と YBa₂Cu₃O_y 厚膜層の成膜条件の最適化により臨界電流密度の向上に成功した。

松 浦 瞬（土井教授）「磁場中コロイドプロセスによる高次配向性希土類系高温超伝導体の作製」

3 種類のコロイドプロセスと磁場配向法の組み合わせによって、異方的な磁化率を有する希土類系高温超伝導体を 3 軸結晶配向させることを試み、間欠回転磁場中でコロイド溶液を乾燥させる方法で 3 軸配向体が作製可能であることを見出した。

米 村 直 樹（白井教授）「希土類系高温超電導線材を用いた変圧器磁気遮蔽型超電導限流器の限流特性ならびに高安定磁場マグネットシステムの基礎検討」

変圧器磁気遮蔽型超電導限流器において、二次側コイルに希土類系高温超電線材を用いることで、限流リアクタンスが増大し復帰特性が向上することを明らかにした。また、電源駆動低温超電導 MRI マグネットの磁場安定度を計測し、小型高温超電導コイルの遮蔽電流磁場を評価した。

松 澤 崇 之（白井教授）「Critical Current Properties of MgB_2 Wire Cooled by Liquid Hydrogen under External Magnetic Field（液体水素冷却 MgB_2 線材の外部磁場下における臨界電流特性）」

MgB_2 超電導線材の基礎特性評価として、液体水素冷却条件で製法・形状の異なる MgB_2 線材の外部磁場下での臨界電流特性を測定した。複数の温度・磁場条件で液体水素の冷却効果及び各線材の臨界電流密度、 n 値を評価した。

米 田 和 也（白井教授）「Over Current Characteristics and Thermal Stability of REBCO Tape Cooled by Liquid Hydrogen or Liquid Nitrogen（液体水素または液体窒素冷却下での REBCO テープ線材の過電流特性及び熱的安定性の検討）」

液体水素冷却 REBCO 超電導応用機器の実用化に向けて、REBCO 線材の過電流特性をさまざまな液温、磁場下で評価した。また、液体窒素冷却超電導限流器の設計を目指して、REBCO 線材の常電導転移後の復帰特性に対する冷却フィンの影響を検討した。

堀 江 裕 輝（白井教授）「Forced Flow Heat Transfer Characteristics of Liquid Hydrogen from a Heated Wire set in the Central Axis of a Vertically-mounted Pipe（円管流路の中心に設置した円柱発熱体における強制対流液体水素熱伝達特性）」

液体水素冷却超電導機器の冷却設計に必要な強制対流下での液体水素熱伝達特性を CICC 導体模擬の供試体を用いて幅広い流速、圧力およびサブクール度で計測した。実験結果から臨界熱流束、膜沸騰熱伝達、超臨界圧下での熱伝達の表示式を検討した。

エネルギー理工学研究

犬 飼 元 晴（長崎教授）「光陰極高周波電子銃におけるビームローディングによる 0 モードの励振及びビーム特性への影響」

高周波電子銃において電子加速のために外部電源で励振する π モードの縮退モードである 0 モードの、電子ビームの空間電荷効果による励振を解析可能な数値解析手法と計算コードを開発した。これを光陰極型高周波電子銃に適用し、励振された 0 モードが電子ビーム特性に与える影響を明らかにした。

中 松 良 太（長崎教授）「特定核物質非破壊検知システムのための IEC 中性子源のパルス動作特性と中性子計測・解析技術に関する研究」

核テロ対策のための特定核物質非破壊検知システムに必要なとされる放電型核融合中性子源のパルス動作特性を実験的に明らかにした。また、海運コンテナ内に隠匿された特定核物質を検知するための中性子検出器配置を数値シミュレーションにより検討するとともに、必要な検査時間等を評価した。

元 嶋 誠（長崎教授）「ヘリオトロン J における静電プローブを用いた周辺プラズマ乱流揺動に対する水素同位体効果に関する研究」

乱流揺動に対する同位体効果を調べるため、ヘリカル装置ヘリオトロン J において水素 / 重水素比率に対する周辺プラズマの揺動構造の違いを観測した。水素 / 重水素比率に対する乱流揺動の波数の変化、および観測箇所によってその波数変化の様相が異なることを明らかにした。

鈴木 文 子（水内教授）「ヘリオトロン J」における電子密度揺動計測用様 Ka バンドマイクロ波反射計の構築」

ヘリオトロン J 装置において電子密度揺動計測を行うためのマイクロ波反射計の開発を行った。同装置における典型的なプラズマ電子密度領域を考慮し、Ka バンド O-mode 伝搬のマイクロ波反射計を設計・製作し、初期データとして MHD 揺動起因の電子密度揺動の観測に成功した。

桐 本 充 晃（水内教授）「ビーム放射分光計測を用いたヘリオトロン J プラズマにおける密度揺動の波数ベクトル解析」

ヘリオトロン J のビーム放射分光計測において、ポロイダル方向 × 径方向に 2×16 の視線を配して密度揺動の波数ベクトル解析を行った。高速イオン励起 MHD 揺動に起因した揺動の空間構造を同定でき、従来の磁気計測では評価が難しかったプラズマ中心部でのポロイダルモード数の推定に成功した。

安 枝 樹 生（水内教授）「ヘリオトロン J」における高速イオン損失研究のための荷電交換中性粒子分析器の高時間分解能化」

プラズマ中から発生する高速イオン起因の荷電交換中性粒子束を高速で計測することを目指し、シリコン半導体をベースにした検出器を導入し、荷電交換中性粒子の可能性を示唆する信号の検出に成功した。また、今後の課題として、軟 X 線による信号の除去が必要であることを示した。

原 田 伴 誉（水内教授）「ヘリオトロン J」における荷電交換再結合分光法を用いたポロイダルフロー計測」

高分散なエッセル分光器を導入し、ポロイダル方向のプラズマ流速を計測するシステムを構築した。電子サイクロトロン波加熱の重畳により流速の向きの反転が観測された。これは径方向電場がイオンルートから電子ルートへ変化したことを示唆する。

LU XIANGXUN（水内教授）「Heliotron J における荷電交換再結合分光法を用いたイオン温度分布計測」

高密度プラズマ放電におけるイオン温度分布の変化を調べた。超音速分子性ビーム入射時にプラズマ密度の上昇に伴って周辺部のイオン温度の上昇を観測した。この時イオンへの単位粒子あたりの加熱パワーは減少しているため、閉じ込め・輸送の変化が示唆される。

程 崧 明（水内教授）「ヘリオトロン J」における Nd:YAG トムソン散乱計測装置を用いた ECH プラズマ分布の研究」

ヘリオトロン J 装置において電子サイクロトロン波加熱により生成されたプラズマの電子温度・密度分布を新たに開発した Nd:YAG トムソン散乱計測装置を用いて詳細に計測、閉じ込め改善現象である電子内部輸送障壁形成の特徴を持つプラズマ分布が形成されていることを見出した。

洪 重 遠（佐野教授）「真空紫外分光によるヘリオトロン J プラズマの不純物挙動に関する研究」

真空紫外分光器を用いてヘリオトロン J プラズマ中の Ti、Fe、O、C などの不純物線スペクトルを計測し、プラズマ実験初期の不純物減衰、磁場反転時の Fe、Cr の不純物増加を明らかにした。また、高密度プラズマにおいて制動放射評価を試みた。

中 山 裕 介 (佐野教授) 「ヘリオトロン J」におけるファラデーカップ型損失高速イオンプローブを用いた高速イオン励起 MHD 不安定性起因の高速イオン損失に関する研究」

開発したプローブをヘリオトロン J プラズマに適用し、間欠的なアルヴェン固有モード (AE) と損失高速イオンとの関係を調べた。発生した AE と損失高速イオンの変化との同期が確認され、揺動強度と損失高速イオンとが比例関係にあることを示した。

木 谷 壮 志 (佐野教授) 「ヘリオトロン J」におけるヘリウム原子輝線強度比法のための低分散・高スループット可視分光計測システムの開発」

ヘリウム原子輝線強度比法により、電子温度、電子密度分布の時間発展計測のための分光器の設計・開発を行い、性能評価を行った。当該分光器をヘリオトロン J のヘリウムプラズマ測定に用いて 447.1nm から 728.1nm までの 7 本のヘリウム原子輝線を確認した。

西 川 幸 佑 (佐野教授) 「ヘリオトロン J」の高密度プラズマにおける軟 X 線計測を用いた MHD 平衡および安定性の研究」

マルチチャンネル軟 X 線検出器を 3 台用いて軟 X 線トモグラフィを行うため、検出器配置を検討し計測システムを開発した。さまざまな粒子補給法によって生成された高密度プラズマを測定し軟 X 線分布を求め、分布の差について検討した。

生存圏研究所

阪 本 洋 人 (山本教授) 「比良おろし予報システムの開発に関する研究」

比良おろし (比良山地から吹き降りる強風) に関して、気象庁配信データを初期・境界値として、非静力学数値予報モデル WRF を用いて、200m 水平分解能で 12 時間先までの予報システムを構築した。比良おろし発生の判定手法を開発し、適中率を従来の 50% から 82% にまで向上させた。

吉 川 賢 一 (津田教授) 「気温鉛直分布測定のための多波長検出器を用いたラマンライダーの開発」

回折格子と 32 チャンネルのアレイ状光電子増倍管で構成される多波長検出器を用いて、大気分子からの回転ラマン散乱スペクトルを捉える気温ライダーを開発した。ラジオゾンデとの比較観測から、ライダー信号から求まる気温鉛直分布の推定精度を評価した。

Yutong LIU (津田教授) 「Aerosol Size Distribution Determined from Multiple Filed-Of-View Lidar (マルチ視野角ライダーによるエアロゾル粒径分布の導出)」

多重散乱信号を計測するマルチ視野角ライダーを構築して、信号に含まれるエアロゾル粒径分布の情報を抽出する手法を開発した。ライダーの光源に波長 266nm のレーザーを使うと、粒子直径 100nm 以下の粒径分布の推定精度が向上することを確かめた。

上 杉 拓 磨 (津田教授) 「波長 266nm レーザーを光源とした水蒸気ラマンライダーの開発」

下部対流圏の水蒸気を昼夜連続で観測することを目的として、ソーラーブラインド領域となる波長 266nm のレーザーを用いた水蒸気ラマンライダーを新開発した。ラジオゾンデ・地上観測との比較観測から、構築した水蒸気ライダーの計測精度を検証した。

松 本 直 樹 (津田教授) 「レーダー長期観測による赤道域の中間圏・下部熱圏における大気力学過程」

赤道中間圏・下部熱圏域の高度 70-110km における風速の周期振動とそれら不規則変動の発生機構を解明するため、アジア・オセアニア域における流星レーダー等の長期データを用いて、東西と南北平均風の相関解析、並びに Hocking 法による運動量フラックスの導出を行った。

松 田 貴 文 (津田教授) 「ジャワ島西部バンドン盆地での集中観測によるメソスケール対流現象の研究」

インドネシアのジャワ島西部に位置するバンドン盆地のメソスケール対流現象を理解するため、気象要素の時空間変動を把握するための複合観測から対流発生メカニズムを推論し、メソスケール数値モデルによる再現実験の結果を参照して検証した。

星 賢 人 (山川教授) 「地球静止軌道環境における宇宙機の能動帯電特性の解析」

通常は回避すべき現象である宇宙機の帯電現象を積極的に行うことで、地球磁場との相互作用によるローレンツ力や、複数の宇宙機間のクーロン力を利用することを提案した。三次元 Full Particle-in-Cell 法による計算シミュレーションを用いて、宇宙機の帯電特性を明らかにした。

頭 師 孝 拓 (山川教授) 「宇宙電磁環境を計測する小型センサーシステムの研究」

宇宙空間における電磁環境変化を反映するプラズマ波動を小型センサープローブで多点同時に観測できるシステムの設計・開発研究を行った。特に、プローブ内に収めるプラズマ波動観測チップの開発やシステムの設計開発を行い、十分な性能であることを示した。

赤 司 陽 介 (山川教授) 「ローレンツ力を用いたスペースデブリ除去手法に関する研究」

積極的に帯電させ、地球磁場との相互作用によって発生するローレンツ力を用いて、人工衛星等の残骸であるスペースデブリの高度を低下させる手法について検討した。効率的に軌道高度を低減させるために、軌道のエネルギーや離心率に注目したオンオフ制御手法を提案した。

河 原 淳 人 (山川教授) 「信楽 MU レーダを用いたスペースデブリの形状推定に関する研究」

スペースデブリは、国際宇宙ステーションや人工衛星の運用にとって問題となっている。本研究では、信楽 MU レーダを用いて、スペースデブリの大きさ・形状について把握することを目標として、推定の理論的考察を行い、実際の観測を実施して、受信信号のデータ解析手法を提案した。

木 村 葵 (大村教授) 「FDTD 法を用いた電離圏電流による地磁気誘導電流の解析」

電離層電流によって地面に誘導される電磁場、電流、電荷分布を 3 次元 FDTD 法により導出した。複雑な電気伝導度分布を持つ地下構造を仮定した数値実験を行い、日本列島を含む中緯度域における地磁気誘導電流の評価に応用可能であることを示した。

久保田 結 子 (大村教授) 「Relativistic electron precipitation induced by EMIC triggered emissions in the Earth's magnetosphere (地球磁気圏の EMIC トリガード放射によって誘発された相対論的電子の降り込み現象)」

地球磁気圏で観測されている電磁イオンサイクロトロン・トリガード放射とダイポール磁場モデルを使って相対論的電子のテスト粒子シミュレーションを実行し、大量の放射線帯電子が数分のタイムスケールでピッチ角散乱を受けて極域大気に降下することを示した。

岩清水 優（篠原教授）「火星飛行探査機への自動追尾型マイクロ波無線電力供給用送電システムの研究」

火星上での飛行探査を目指した探査機への電力供給手段としてマイクロ波無線電力伝送方式を実験的に研究した。送電システムのフェーズドアレー化や飛行機の方角検知手法を検討し、飛行機を自動追尾することによるマイクロ波送電ビーム方向の自動制御に成功した。

中 島 陵（篠原教授）「マイクロ波化学反応に用いる広帯域小型電磁波照射容器の開発」

電磁波化学反応実験を広い周波数範囲で実施するための広帯域小型電磁波照射容器を開発した。計算機実験により反射率 10% 以下の容器を設計し、製作した。実証実験より、周波数 1.7GHz、2GHz、2.45GHz において 5～6 分程度で超純水を 100℃ まで加熱できることを確認した。

吉 野 純 樹（篠原教授）「宇宙太陽発電のための小型実験衛星のビーム形成に関する研究」

小型実験衛星を想定したマイクロ波ビーム方向制御精度の検討、衛星から地上に送電した際の地上でのビーム方向推定精度の検討、位相制御のみでマイクロ波ビームのサイドローブを抑制する手法の検討を計算機実験および電波暗室での実証実験にて実施した。

高等教育研究開発推進センター

双 見 京 介（小山田教授）「対話的可視化技術を用いた漁場形成因子の分析支援システムの開発」

漁場形成因子については、これまで空間的な分析が主となっており、時間的な分析は行われていなかった。この問題を解決するために、漁獲位置に至る流跡線をもとにして、漁獲に関する因果関係を時空間的に分析するためのシステムを開発した。このシステムの有効性を検証するうえで、実際のモデル開発研究者に利用してもらい、漁場形成因子についての仮説構築において有用であるとのコメントを得た。

学術情報メディアセンター

市 田 大 貴（中村（裕）教授）「筋電位を用いた上腕における同時活性の力学的分析」

肘の曲げ伸ばしに関わる筋束の協働作用、拮抗作用を解析するために、Hill モデルに基づいて筋肉のパラメータを同定する方法を提案した。その結果、同時活性時や負荷が変動する場合でも比較的精度良く筋活動を解析できることを示した。

保 澤 圭 亮（中村（裕）教授）「人間の動作モデルを用いたポインティングシステムの設計と性能予測」

画像によって指差しジェスチャを計測し、ポインタを表示するジェスチャインタフェースにおける、人間の動作特性、認知特性をシステム的にモデル化することにより、計測誤差の大きなシステムでもユーザビリティを高めるための方法論を提案した。

杜 邦（中村（裕）教授）「Modeling Attention Diversity and Measurement by Image Sensing」（注意分配のモデル化と画像センシングによる計測）

リハビリテーションへの応用を目指した注意分配の計測手法を検討した。作業中の人間の状況を画像で観測し、頭部、手、体幹の方向の変化や変化の同期を定量化することにより、複数の対象へ注意を分配する状態を推定する方法を提案した。